La bordure est du Bassin précaspien et le bassin d'avant-pays de l'Oural (Kazakhstan) au Carbonifère et Permien inférieur

Talgat ENSEPBAEV
Département de Géologie du Pétrole et du Gaz,
Institut polytechnique Kazakh,
22 rue Satpaev, 480013, Almaty (Kazakhstan)

Alain IZART
Laboratoire GES et UMR 7566
Géologie et gestion des ressources minérales et énergétiques,
Université de Nancy I,
B.P. 239, F-54506, Vandœuvre les Nancy (France)

Michel CATHELINEAU
CREGU et UMR 578
Géologie et gestion des ressources minérales et énergétiques,
B.P. 23, F-54501, Vandœuvre les Nancy cedex (France)

Geroi JOLTAEV
Département de Géologie du Pétrole et du Gaz,
Institut polytechnique Kazakh,
22 rue Satpaev, 480013, Almaty (Kazakhstan)

Daniel VACHARD
Laboratoire de Paléobotanique,
Université des Sciences et Technologies Lille I,
F-59655, Villeneuve d'Ascq (France)

Zinula BOULEKBAEV
Productive geological corporation Aktubneftegazgeologya,
34 Communisticheskaya, 463022, Aktubinsk (Kazakhstan)

343

Ensepbaev T., Izart A., Cathelineau M., Joltaev G., Vachard D. & Boulekbaev Z. 1998. — La bordure est du Bassin précaspien et le bassin d'avant-pays de l'Oural (Kazakhstan) au Carbonifère et Permien inférieur, *in* Crasquin-Soleau S., Izart A., Vaslet D. & De Wever P. (eds), Peri-Tethys: stratigraphic correlations 2, *Geodiversitas* 20 (4) : 687-700.

MOTS CLÉS
Péri-Téthys, stratigraphie, sédimentologie, Carbonifère, Permien, Bassin précaspien, Bassin préouralien, Kazakhstan.

RÉSUMÉ
Des corrélations stratigraphiques sont proposées à partir de données micropaléontologiques (fusulines), de données géophysiques (sismique réflexion et diagraphies) er de données sédimenrologiques. La bordure est du Bassin précaspien est constituée au Carbonifère d'une plate-forme carbonatée et d'un bassin à turbidites entrecoupé d'un horst à l'ouest et au Permien inférieur d'un bassin à turbidites entrecoupé d'un horst. Le Bassin préouralien situé plus à l'est est le lieu d'une sédimentation turbiditique pendant le Carbonifère et le Permien inférieur. Un déplacement des dépôts-centres du Bassin préouralien vers le Bassin précaspien est observé du Carbonifère au Permien en même temps que les nappes se déplacent vers l'ouest.

KEY WORDS
Peri-Tethys, stratigraphy, sedimentology, Carboniferous, Permian, Precaspian Basin, Preuralian Basin, Kazakhstan.

ABSTRACT
The eastern border of the Precaspian Basin and the foreland Ural Basin (Kazakhstan) during the Carboniferous and lower Permian. Stratigraphic correlations are proposed after micropaleontology (fusulinids), sismic reflexions, well-logging and sedimentology. The eastern border of the Precaspian Basin exhibits during the Carboniferous, an eastern carbonated platform and a western turbiditic basin interrupted by a horst and, during the lower Permian a turbiditic basin interrupted by a horst. The Preuralian Basin located eastwards shows a turbiditic basin during the Carboniferous and the lower Permian. A shifting of the depocenters is observed from the Preuralian Basin to the Precaspian Basin between the Carboniferous and the lower Permian during the western progress of the nappe structures.

INTRODUCTION

La région étudiée est située au sud d'Aktubinsk (Figs 1, 2) sur la bordure orientale du bassin précaspien dans la région pétrolifère de Janajol. Ce bassin montre au Carbonifère une dépression centrale entourée de plate-formes carbonatées riches en pétrole et en gaz à Karachaganak au nord, Astrakhan et Tengiz au sud et Janajol à l'est. Elle présente de l'est vers l'ouest (Fig. 3) : la nappe de l'Oural, le bassin d'avant-pays ouralien formé des nappes de Sakmare et de Zilair, et de l'autochtone ou sillon préouralien et la bordure est du Bassin précaspien (Yanchin 1962 ; Garetskyi *et al.* 1963 ; Abdulin 1973 ; Milnitshuk *et al.* 1988 ; Joltaev 1990). La nappe de l'Oural présente des ophiolites du Paléozoïque inférieur et moyen. La nappe de Sakmare montre des roches volcaniques et sédimentaires détritiques ou calcaires du Cambrien à l'Assélien ; la nappe de Zilair des roches détritiques du Dévonien supérieur et Carbonifère inférieur ; l'autochtone préouralien des roches sédimentaires détritiques turbiditiques ou calcaires du Moscovien *pp* au Sakmarien. La bordure est du Bassin précaspien (Fig. 1) est composée de deux parties du Dévonien moyen au Carbonifère supérieur : une plate-forme marine à l'est et un bassin entrecoupé d'un horst à l'ouest. La plate-forme marine montre sur un socle précambrien des roches sédimentaires calcaires ou détritiques. Le bassin présente des turbidites sur la pente et des argilites dans le bassin. À partir de l'Assélien et jusqu'à la fin de l'Artinskien, toute la bordure du Bassin précaspien est occupée par les turbidites sur la pente et les argilites dans le bassin, puis au Kungurien, par les évaporites. Cette publication concerne essentiellement la bordure orientale du Bassin précaspien et apporte des arguments sédimentologiques, stratigraphiques et tectoniques quant à l'existence de faciès de bassin dès le Carbonifère dans la région centrale de ce bassin.

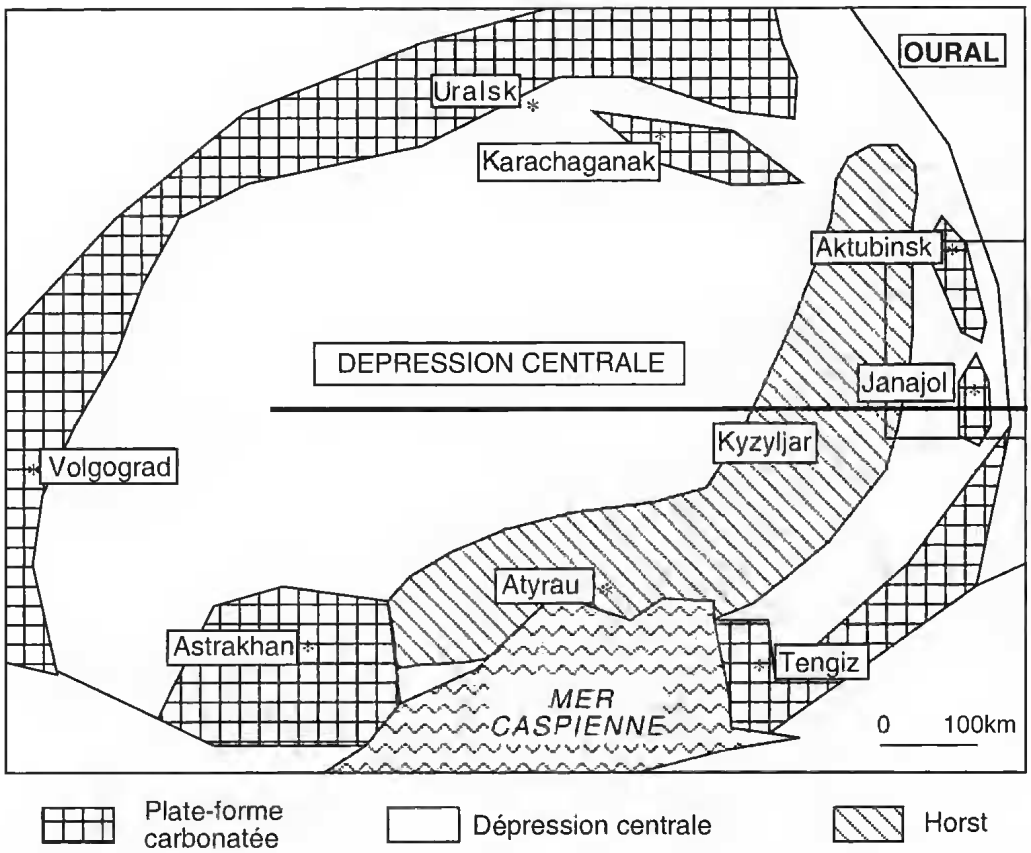

FIG. 1 — Carte du Bassin précaspien montrant la paléogéographie au Carbonifère. La région étudiée (Fig. 2) est représentée par un rectangle et la coupe de la figure 8 par un trait épais.

STRATIGRAPHIE

LA BORDURE EST DU BASSIN PRÉCASPIEN

Cette bordure a été étudiée récemment par Joltaev (1989, 1992) et Ensepbaev (1990, 1993). La région de Janajol a été choisie pour représenter la plate-forme carbonatée du Dévonien et du Carbonifère se transformant en bassin turbiditique au Permien inférieur (Figs 4-6). Des études lithologiques, micropaléontologiques et stratigraphiques y ont été faites par Khvorova (1961), Boulekbaev *et al.* (1967), Scherbovitsh (1969), Kukhtinov *et al.* (1981), Akhmetchina *et al.* (1982, 1984), Kukhtinov (1983), Ghibchman (1988). Des groupes lithologiques composés de formations locales y ont été définis en utilisant la nomenclature stratigraphique internationale (Salvador 1994). Ces groupes ont pu être suivis sur les profils géophysiques (Fig. 6). Les biozones de fusulines et de conodontes définies dans l'Oural russe (Kagarmanov & Donakova 1990) ne sont pas toutes reconnues au Kazakhstan. Seules quelques espèces ont pu être observées (Fig. 5). Les étages ont été définis par comparaison avec l'Oural russe (Sinytsin *et al.* 1975).

La bordure est du Bassin précaspien peut être subdivisée en une plate-forme sur laquelle ont été définis six groupes lithostratigraphiques du Dévonien à la base du Kungurien et en un bassin où quatre groupes lithostratigraphiques existent (Fig. 4).

La plate-forme montre partout les mêmes unités lithologiques à épaisseur grande à Alibek à l'est, moyenne à Janajol au centre et faible à Kojassai P1 à l'ouest (Figs 4, 6). Ce secteur montre le groupe carbonaté (D2-D3) du Dévonien moyen

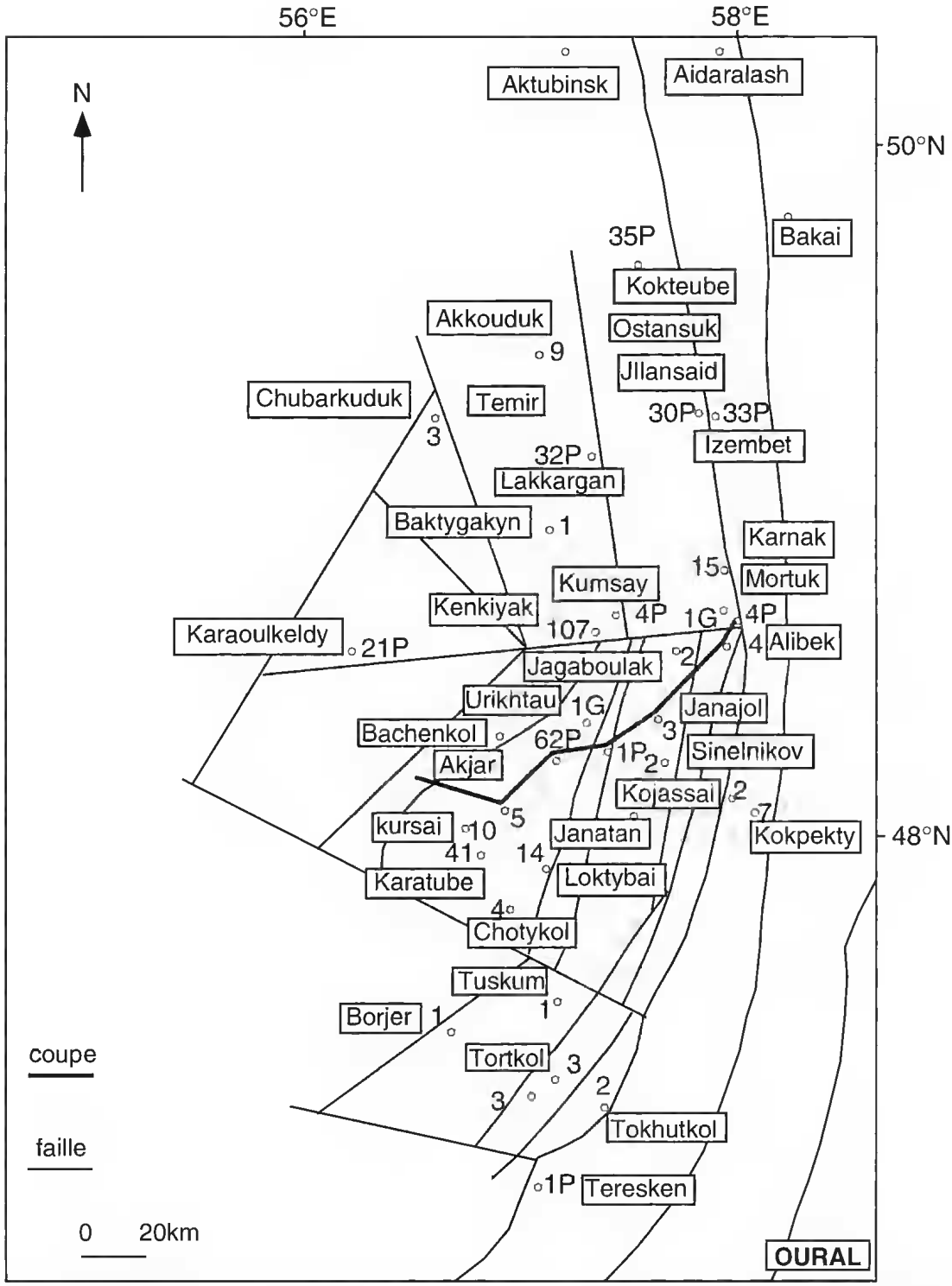

FIG. 2. — Carte de l'est du Bassin précaspien et du Bassin préouralien (Kazakhstan) avec situation des forages et des failles. Le trait épais représente le trait de la coupe (Figs 3, 5).

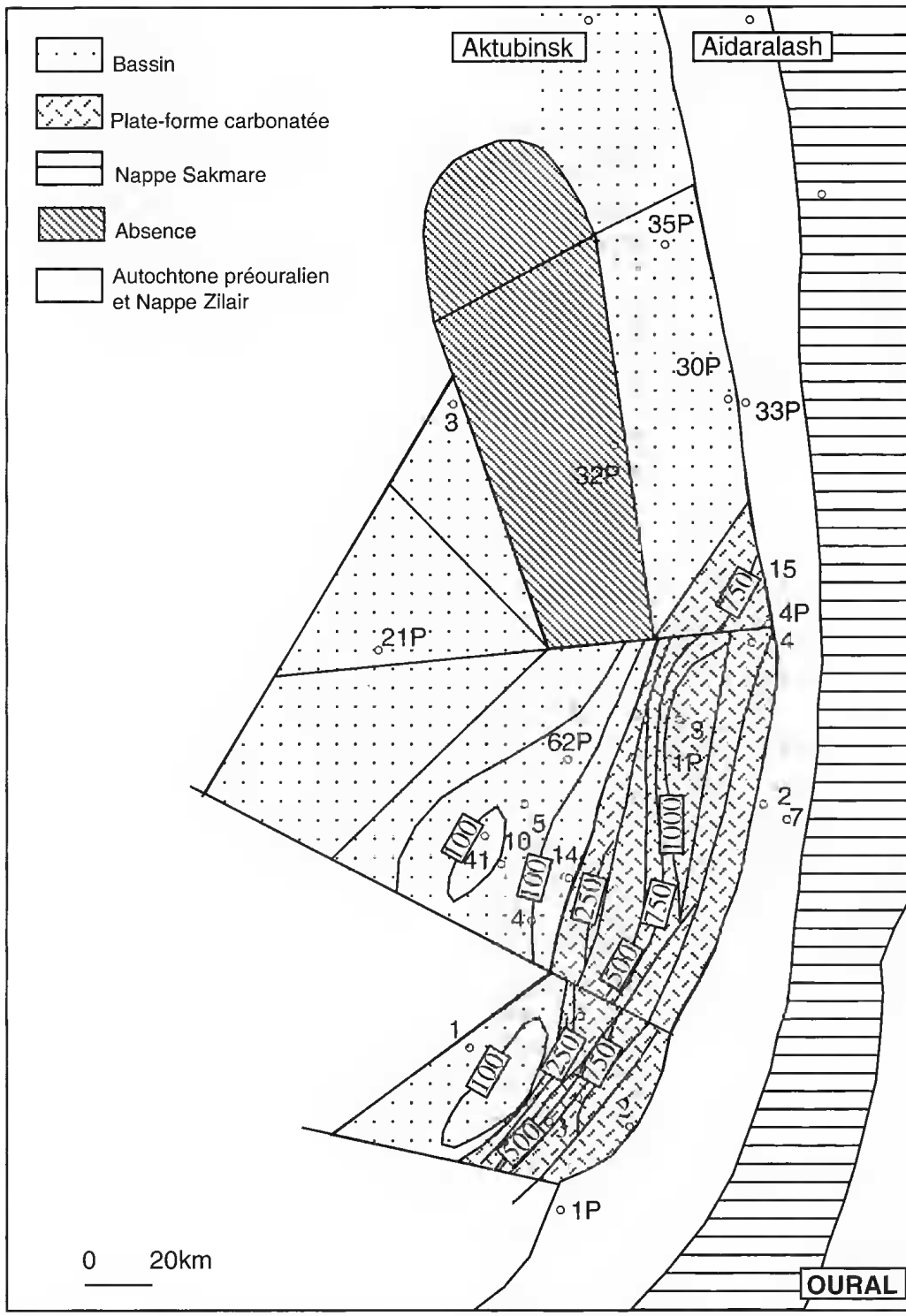

FIG. 3. — Carte paléogéographique de la partie est du Bassin précaspien et du Bassin préouralien au Carbonifère supérieur. Les courbes isopaques représentent l'épaisseur du Carbonifère supérieur (Moscovien, Kasimovien et Gzhélien).

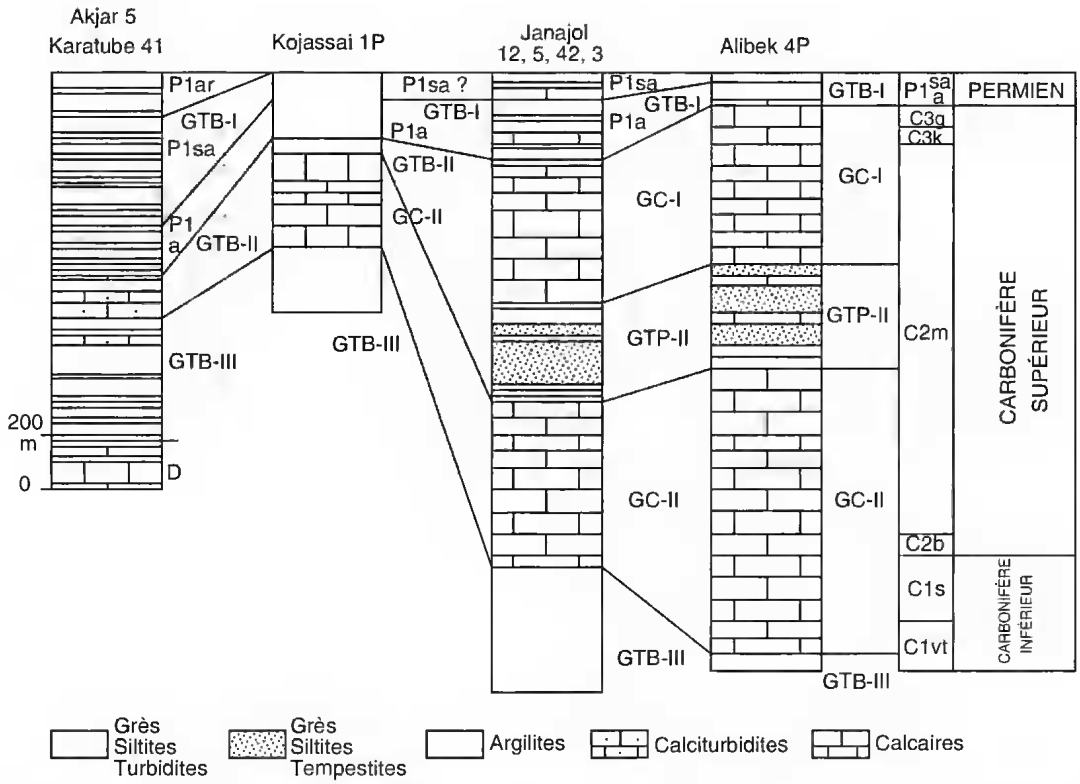

FIG. 4. — Corrélations des forages de l'est du Bassin précaspien. **GTP**, groupe terrigène de plate-forme ; **GTB**, groupe terrigène de bassin ; **GC**, groupe carbonaté de plate-forme ; **D**, Dévonien moyen et supérieur ; **C1vt**, Tournaisien-Viséen ; **C1s**, Serpukhovien ; **C2b**, Bashkirien ; **C2m**, Moscovien, **C3k**, Kasimovien ; **C3g**, Gzhélien ; **P1a**, Assélien ; **P1sa**, Sakmarien ; **P1ar**, Artinskien

(Givétien) et supérieur (Frasnien), le groupe terrigène du Tournaisien, Viséen inférieur et moyen (GTB-III), le groupe carbonaté (GC-II) du Viséen supérieur, Serpukhovien, Bashkirien et Moscovien (Véreien, Kashirien), le groupe détritique intermédiaire (GTP-II) d'âge podolskien inférieur, le groupe carbonaté (GC-I) d'âges podolskien supérieur, myachkovien, kasimovien et gzhélien, le groupe détritique (GTB-I) à turbidites gréseuses et silteuses, et argilites d'âges assélien, sakmarien et artinskien, le groupe évaporitique du Kungurien. Les étages proposés ci-dessus ont été définis par l'analyse biostratigraphique. Les descriptions qui suivent ont été réalisées par Vachard. À Janajol 45G (NE Janajol, 3716-3744 m), un calcaire grainstone a été daté du Bashkirien inférieur par *Pseudostaffella* ex gr. *antiqua*, *Semistaffella* ex gr. *variabilis*. À Uriktau 1G (2855-2862 m), un calcaire grainstone a été daté du Moscovien supérieur par *Fusulinella pseudobocki*, *Fusiella typica*, *Ozawainella mosquensis*, *Syzrania bella*, *Schubertella* ex gr. *obscura*. À Uriktau 2G (S Uriktau 1G, 3367-3390 m), un calcaire grainstone a été daté du Moscovien supérieur par *Fusulinella bocki*, *Schubertella* sp., *Profusulinella* sp. Les études antérieures ont mis en évidence les biozones à *Montiparus montiparus* et *Triticites arcticus* du Kasimovien, les biozones à *Triticites stukenbergi*, *Jigulites jigulensis*, *Daixina sokensis* du Gzhélien, les biozones à *Sphaeroschwagerina fusiformis*, *Sphaeroschwagerina moelleri* de l'Assélien, à *Schwagerina moelleri* du Sakmarien.

Il n'existe pas de datation sur des fossiles autochtones dans le bassin, seuls les bioclastes remaniés par les coulées de débris et les turbidites ont pu être datés. Ces datations réalisées par Vachard seront signalées dans la partie sédimentologique. La corrélation a été réalisée en suivant les réflecteurs géophysiques et les données de forage à

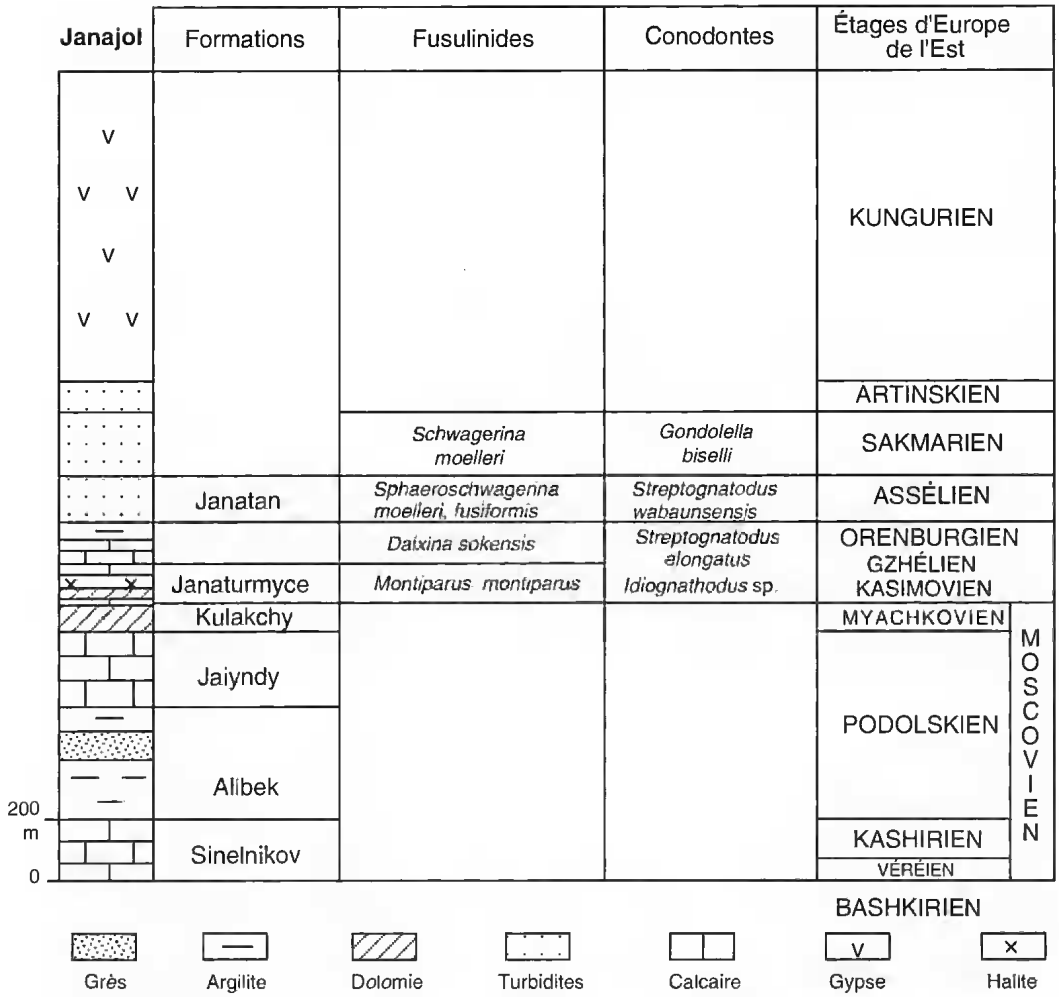

FIG. 5. — Stratigraphie du Carbonifère supérieur et du Permien inférieur de l'est du Bassin précaspien.

Loktybai 34 (près de Loktybai 14), Akjar 5, Akjar-Kenkyiak 62P et Karatube 41. La sismographie permet de définir un groupe d'âge dévonien (D), un groupe turbiditique (GTB-III) d'âge carbonifère inférieur, un groupe turbiditique calcaire (GTB-II) allant du Viséen supérieur au Gzhélien, un groupe turbiditique (GTB-I) d'âges assélien, sakmarien et artinskien, un groupe évaporitique d'âge kungurien.

LE BASSIN D'AVANT-PAYS DE L'OURAL

Ce bassin comprend un domaine autochtone appelé sillon préouralien et un domaine allochtone constitué de deux nappes, les nappes de Zilair et de Sakmare. Les limites de ces deux nappes (Figs 3, 7) étant les limites tectoniques actuelles, le domaine de sédimentation au Carbonifère et Permien correspondant à ces deux nappes était plus large que celui indiqué sur ces cartes et s'étendait plus vers l'est. Le sillon préouralien présente au nord à Aidailarash (Khvorova 1961 ; Davydov *et al.* 1993, 1997) et au sud à Kokpekty (Garetskyi 1962 ; Garetskyi *et al.* 1963) des turbidites du Moscovien *pp* à l'Assélien. La nappe de Zilair montre des roches détritiques du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur. La nappe de Sakmare présente des roches détritiques et volcaniques du Cambrien au

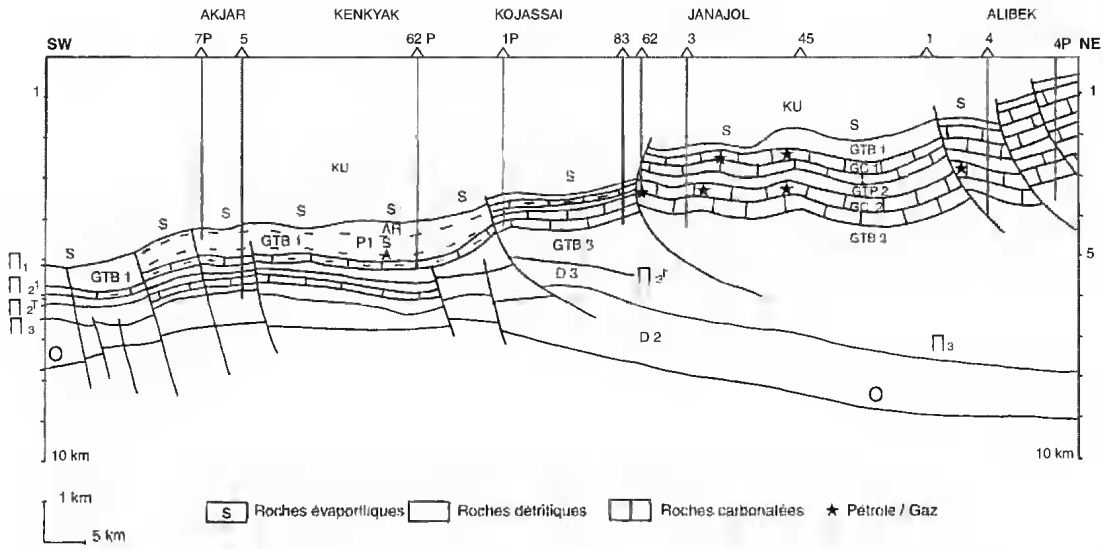

FIG. 6. — Coupe de la partie est du Bassin précaspien d'après les forages et profils sismiques. **GTP**, groupe terrigène de plate-forme ; **GTB**, groupe terrigène de bassin ; **GC**, groupe carbonaté de plate-forme ; **D2**, Dévonien moyen ; **D3**, Dévonien supérieur ; **P1A**, Assélien ; **P1SA**, Sakmarien ; **P1AR**, Artinskien ; **KU**, Kungurien à Quaternaire. Réflecteurs sismiques : Φ, base de la couverture paléozoïque ; Π3, base du Dévonien supérieur D3 ; **Π2-T**, base du Carbonifère inférieur ; **Π2-1**, base du Viséen supérieur ; **Π1**, base du Kungurien.

Tournaisien et dans le synclinal Bakai des roches détritiques et calcaires du Viséen, Serpukhovien, Moscovien discordantes sur le Serpukhovien, des roches détritiques et calcaires du Kasimovien et Gzhélien, des roches détritiques de l'Assélien.

SÉDIMENTOLOGIE ET PALÉOGÉOGRAPHIE

MÉTHODOLOGIE

Les carottes de dix forages ont été échantillonnées, deux cent cinquante lames minces ont été étudiées. Lors de la mission de 1996, les faciès ont été levés en continu sur les carottes des forages de Loktybai 34 (près de Loktybai 14), Janajol 72 (secteur Janajol), Sinelnikovsk 2, Kojassai 51 et Alibek 4 ainsi que sur la coupe d'Aidalarash. Les faciès et environnements utilisés pour les carbonates sont ceux de Wilson (1975). Les faciès turbiditiques ont été classés selon les séquences de Bouma (1962).

LA PLATE-FORME EST DU BASSIN PRÉCASPIEN AU DÉVONIEN ET CARBONIFÈRE

La carte (Fig. 3) représente la paléogéographie au Carbonifère et les isopaques du Moscovien au Gzhélien. L'épaisseur des dépôts est grande (1000 m) dans le secteur de Janajol à l'est et diminue vers l'ouest vers la bordure faillée de la plate-forme. Au nord-ouest de la plate-forme de Janajol, une autre plate-forme existait au niveau de Temir (Fig. 3), mais a été érodée avant l'Assélien comme les plate-formes de Tenguist et Astrakhan au sud du bassin précaspien (Fig. 1).

Le Dévonien (D2-D3) présente des calcaires à Stromatoporoïdes (wackestone et rudstone) au forage Kumsay 4P, formés en bordure de récif. Le Carbonifère inférieur (GTB-III) n'a pas pu être échantillonné sur la plate-forme. Le Viséen supérieur (GC-II) montre des calcaires (packstone à foraminifères et algues) à Kojassai 1P déposés sur la plate-forme interne et des faciès récifaux à Kojassai 3P (NE Kojassai 1P). Le Serpukhovien (GCII) présente à Janajol et Lakkargan 32P des calcaires de type packstone à foraminifères, algues, crinoïdes, pellets et de type grainstone à pellets, intraclastes, foraminifères déposés en plate-forme interne et à Sinelnikovskaia, Kojassai 3P, Janatan II des faciès récifaux (boundstone à Spongiostromides). Le Bashkirien inférieur (GC-II) est constitué à Alibek, Janajol, Sinelnikovskaia,

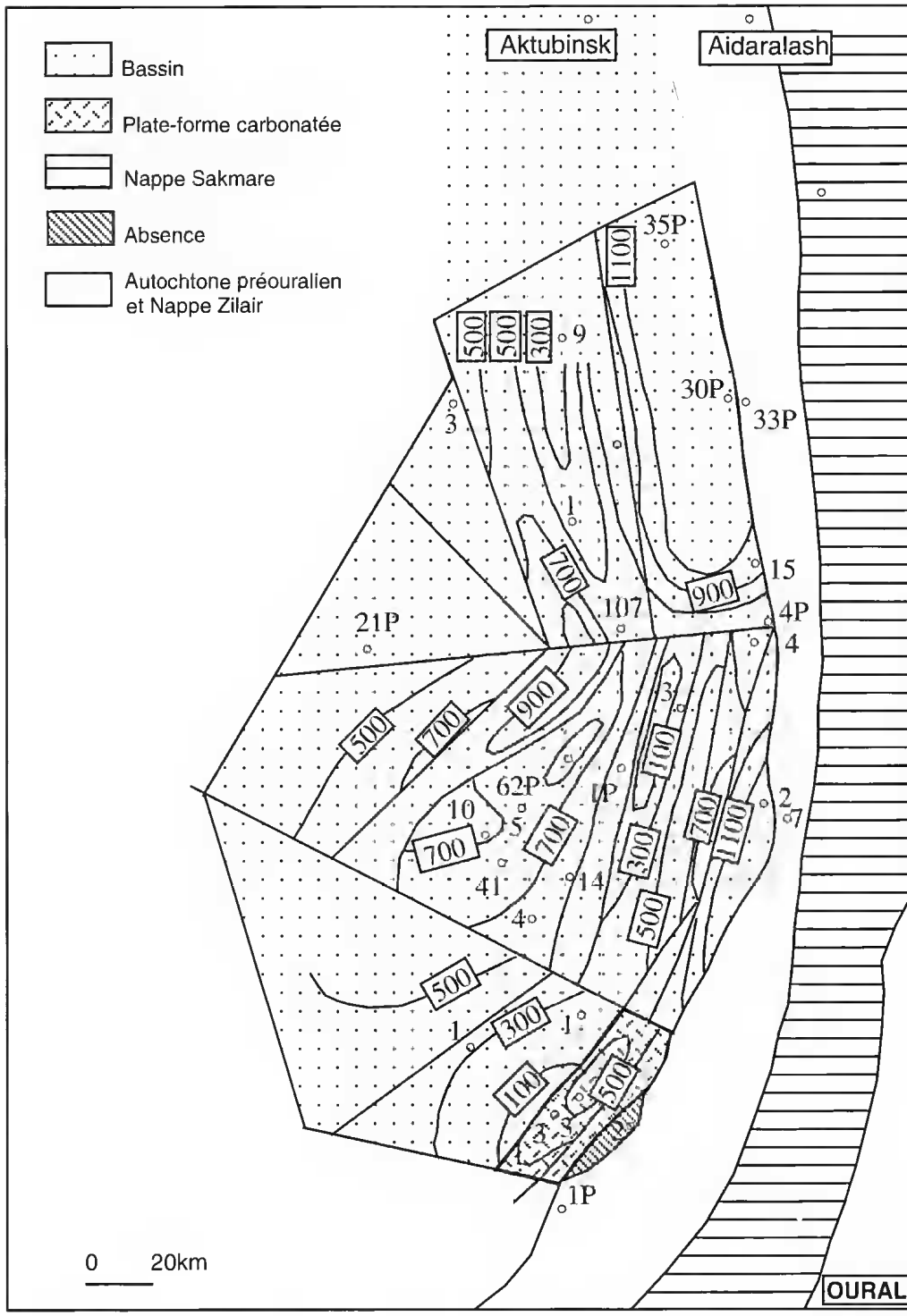

FIG. 7. — Carte paléogéographique de la partie est du Bassin précaspien et du Bassin préouralien au Permien inférieur. Les courbes isopaques représentent l'épaisseur du Permien inférieur (Assélien, Sakmarien, Artinskien).

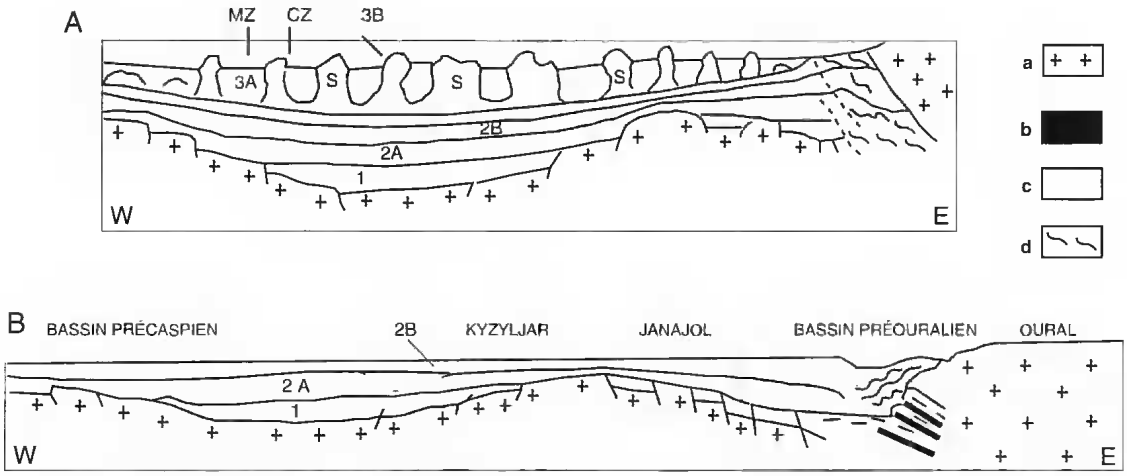

FIG. 8. — Coupe (A) et modèle géodynamique (B) des Bassins précaspien et préouralien, à partir des profils sismiques, modifiés d'après Joltaev (1989). **a**, croûte continentale ; **b**, croûte océanique ; **c**, sédiments du Bassin précaspien ; **d**, sédiments du Bassin préouralien. **S**, dôme de sel ; **MZ**, Mésozoïque ; **CZ**, Cénozoïque. Complexes stratigraphiques : **1**, (inférieur, Paléozoïque inférieur) ; **2**, moyen (dont **2A**, Dévonien à Tournaisien et **2B**, Viséen à Artinskien) ; **3**, supérieur (dont **3A**, Kungurien à Trias et **3B**, Jurassique à Quaternaire).

Kumsay des calcaires de type packstone à algues et foraminifères déposés sur la plate-forme interne, grainstone à oolithes déposés sur la barrière. Janajol 45G (NE Janajol 3) montre des faciès récifaux. Le Bashkirien supérieur est absent, alors qu'il est présent plus au nord en Russie (Sinytsin *et al.* 1975). Le Moscovien inférieur (GC-II) présente à Janajol, Alibek et Sinelnikov des calcaires de type packstone à algues, foraminifères et pellets, grainstone à oolithes et fusulines déposés en plate-forme interne et barrière. Kojassai montre des faciès récifaux de type boundstone à stromatopores. Du Serpukhovien au Moscovien, on observe une migration de la barrière et du récif vers l'est. Le groupe détritique (GTP-II) présente des grès, siltites, des alternances de siltite à mamelons et argilite, observés à Alibek 4 et Janajol 72 (secteur Janajol), interprétés comme des dépôts de tempête sur une plate-forme externe. Des calcaires de type mudstone, wackestone à foraminifères, algues y sont intercalés à Janajol, Kojassai et de type boundstone à algues à Jagaboulak 2G. Le Moscovien supérieur (GC-I) montre à Janajol des calcaires de type wackestone à pellets, à Kojassai de type micrite à matière organique et quartz, à Alibek de type grainstone à oolithes, fusulines et pellets, déposés en plate-forme interne et barrière. Le Kasimovien (GC-I) est formé à Alibek de calcaires de type wackestone à foraminifères, à Sinelnikovskaia de type grainstone oolithique, à Janajol de type wackestone à radiolaires et spicules, déposés respectivement en plate-forme interne, barrière et plate-forme externe. Le Gzhélien (GC-I) présente à Alibek et Janajol des calcaires de type wackestone à fusulines et pellets, de type packstone à pellets, algues, fusulines, déposés en plate-forme interne.

Les faciès carbonatés permettent de reconstituer la plate-forme carbonatée de Janajol : wackestone et packstone à algues, petits foraminifères et fusulines sur la plate-forme interne, grainstone à oolithes sur la barrière, boundstone à algues, stromatopores sur le récif, wackestone à radiolaires et spicules sur la plate-forme externe. La répartition bathymétrique des animaux et végétaux est conforme à la plate-forme russe (Chuvashov 1983). La position de la barrière ou du récif a varié pendant toute la durée de vie de cette plate-forme. Étant donné la présence d'un bassin à l'ouest et à l'est de cette plate-forme, on pourrait s'attendre à trouver une barrière ou un récif en bordure de celle-ci comme plus au nord en Russie en bordure de la plate-forme russe (Chuvashov 1983).

La pente est du bassin Précaspien au Carbonifère

Dans ce secteur, des problèmes de datation subsistent et d'après Joltaev (1989), étant donné la faible épaisseur par rapport à la plate-forme de Janajol, une plate-forme carbonatée d'âge dévonien à carbonifère aurait pu y être érodée entre le Carbonifère supérieur et le Permien. Mais, l'analyse sédimentologique apporte des arguments nouveaux quant à l'existence de faciès bassin dans ce secteur. La pente de ce bassin commencerait à la faille située à l'est de Loktybai 14 (Fig. 3) et le bassin s'étendrait vers l'ouest en direction de Akjar, Kursai, Tuskum avec une épaisseur faible (100m). D'après la géophysique, ce bassin est entrecoupé d'un horst (Fig.1). Le Dévonien (D) est présent et mal daté. À Loktybai 14 et Janatan, le Viséen inférieur et moyen (GTB-III) montre des alternances de turbidites gréseuses (grauwacke, sublitharénite, subarkose) et d'argilites ; le Viséen supérieur (GTB-II) des calcaires de type wackestone à spicules et radiolaires ; le Serpukhovien (GTB-II) des argilites, des calcaires de type wackestone à spicules ; le Bashkirien (GTB-II) des calcaires de type wackestone à foraminifères, crinoides et radiolaires ; le Moscovien (GTB-II) des brèches de pente à galets de calcaire d'âge bashkirien et kashirien, des argilites à galets, des calcaires de type mudstone à matières organiques à Loktybai, des calcaires de type grainstone et packstone passant à des mudstones granoclassés correspondant à des calciturbidites, de type mudstone à radiolaires à Janatan. Le Moscovien (Myachkovien) présente à Kojassai 1P (Fig. 4) des conglomérats, brèches à éléments calcaires, argilites et calcaires bitumineux (GTB-II) reposant sur les calcaires de plate-forme du Moscovien (GC-II). Ce secteur montre donc soit des faciès de pente (débrites et turbidites), soit des faciès de bassin (argilite ou calcaire à radiolaires ou spicules) de faible épaisseur. Les faciès les plus grossiers sont situés à proximité de la faille bordière. Les turbidites s'installent sur la plate-forme carbonatée à Kojassai dès le Moscovien supérieur. Au nord de la faille de Alibek, la plate-forme de Janajol s'arrête pour passer au bassin à turbidites d'Ostansuk (forage Kokteube 35P), qui passe vers le nord au bassin d'Aktubinsk et vers l'est au sillon préouralien.

La pente est du Bassin Précaspien au Permien

La carte paléogéographique du Permien inférieur (Fig. 7) nous montre les isopaches pour l'Assélien, le Sakmarien et l'Artinskien. Les faciès de pente et de bassin s'observent aussi bien sur la plate-forme carbonatée que sur la pente et le bassin d'âge carbonifère. Seules les zones de Tortkol et Alibek montrent des faciès de plate-forme. L'épaisseur est grande vers l'est à Janajol (660 m) et Kokteube (1100 m) et vers l'ouest (900 m). Elle est faible entre la faille de Loktybai 14 et la faille de Janajol 3, à l'est vers Alibek. L'épaisseur diminue vers le centre du bassin.

L'Assélien montre des turbidites gréso-argileuses avec des grès de type grauwacke et litharénite et des argilites à Loktybai 14, Mortuk, Bachenkol, Kokteube, des argilites et des micrites à radiolaires à Akjar-Kenkiyak, Koumsai, Akkouduk, Lakkargan. Des séquences turbiditiques de type tabc, tbc, tde (Bouma 1962) ont été observées sur les carottes de Loktybai 34 (près de Loktybai 14).

Le Sakmarien présente des brèches à éléments calcaires provenant de la plate-forme carbonatée d'âge carbonifère (Viséen à Moscovien), des turbidites gréso-argileuses et silto-argileuses à séquences tcde, tde à Loktybai 34, des brèches à éléments calcaires d'âge carbonifère (Viséen à Moscovien) à Koumsai, Karnak, des turbidites gréseuses (litharénite, grauwacke) à Mortuk, Koumsai, Kokteube, Lakkargan.

L'Artinskien montre des grès (litharénite), des brèches à éléments calcaires d'âge carbonifère (Viséen à Moscovien) à Akjar-Kenkiyak, des micrites à matières organiques et quartz (Bachenkol), des argilites à radiolaires et des turbidites silto-argileuses à séquences tcde, tde à Loktybai, Akkouduk, Kokteube, Karatube. Une zone de non-dépôt est connue entre la faille à l'est de Loktybai 14 et Janajol 3.

Des faciès de pente sont donc connus à l'est avec les faciès les plus grossiers à proximité des failles et les faciès de bassin à l'ouest vers Akjar-Kenkiyak et au nord vers Kokteube, Akkouduk et Kumsay. Mais, nous ne connaissons l'extension de ces faciès de bassin vers l'ouest que par les profils sismiques (Joltaev 1989 ; Fig. 8), étant donné leur faible épaisseur, l'épaisseur considé-

rable des évaporites du Kungurien, la présence du Mésozoïque et du Cénozoïque au centre du Bassin précaspien. Ce bassin, compartimenté en grabens et en horsts (Joltaev 1989, fig. 1), présente une croûte continentale et trois complexes stratigraphiques (Fig. 8) : I attribué au Paléozoïque inférieur présent uniquement au centre du bassin, II d'âge paléozoïque moyen et supérieur présent partout, III du Kungurien au Quaternaire présent partout.

LE BASSIN D'AVANT-PAYS DE L'OURAL (Figs 3, 7)
D'après Garetskyi *et al.* (1963), les forages de la région de Kokpekty situés au sud du sillon préouralien montrent des turbidites calcaires et gréso-argileuses pendant le Kasimovien et le Gzhélien, des turbidites et des conglomérats à galets de calcaire d'âge viséen à moscovien pendant l'Assélien inférieur et moyen, des conglomérats, grès, calcaires, dolomies et évaporites de l'Assélien supérieur au sommet du Sakmarien. Les conglomérats sont plus fréquents et épais vers l'est. Dans ce secteur, la bathymétrie du sillon préouralien diminue à partir du sommet de l'Assélien. Nous avons pu observer la coupe d'Aidalarash appartenant au nord du sillon préouralien. Le Carbonifère supérieur (Moscovien et Kasimovien) montre des turbidites gréso-argileuses à séquences tab présentant des flute-casts et des microbrèches. Le Gzhélien, l'Assélien et le Sakmarien montrent des alternances de microconglomérats à galets de quartzite, calcaire, lamellibranches, fusulines, de grès quartzeux ou de calcaire gréseux à nombreux bioclastes de fusulines, lamellibranches, de siltite et d'argilite. Les microconglomérats sont ravinants, les grès présentent des granoclassements, des litages parallèles, des litages obliques plans et des rides de courant. Des séquences métriques à décamétriques strato- et grano-décroissantes sont observées avec à la base des microconglomérats, puis des grès granoclassés, des grès à litage parallèle, des grès à litage oblique et à rides, des siltites et des argilites. C'est un mélange de dépôts de coulées de débris, de courant de turbidité grossier et de courant de traction, de suspension silto-argileuse, qui se dépose sur la pente d'un fan delta sur la plate-forme ou la pente d'un bassin (Ethridge & Westcott 1984 ; Surlyk 1984 ; Kleinspehn *et al.* 1984). Ces séquences strato- et grano-décroissantes s'expliquent par une augmentation de la bathymétrie par subsidence ou eustatisme du bas vers le haut de la séquence. Ce mélange d'éléments minéraux provenant de l'Oural en surrection et des fossiles vivant sur la plate-forme produit des roches intermédiaires entre les roches détritiques et calcaires. Ces roches gréso-carbonatées sont très riches en fusulines, conodontes et les argilites contiennent des goniatites. Ce bassin présente donc au Carbonifère supérieur et au Permien inférieur des dépôts turbiditiques comme dans le sillon préouralien que l'on trouve plus au nord en Russie (Chuvashov & Nairn 1993). Les faciès du Permien sont plus grossiers, et plus proximaux par rapport à l'Oural. Snyder & Gallegos (1997) ont décrit à Aidalarash neuf séquences de l'Assélien à la base du Kungurien. Au Carbonifère, il n'y a pas de relation entre les turbidites du bassin préouralien et du bassin précaspien, puisque la plate-forme carbonatée de Janajol les sépare. Néanmoins, les éléments détritiques du groupe GTP-II sont à mettre en relation avec une activité tectonique ouralienne. Au Permien, l'avancée des nappes de l'Oural vers l'ouest alimente en éléments détritiques les turbidites proximales du bassin préouralien qui alimentent à leur tour les turbidites du bassin précaspien. La présence d'Assélien dans la nappe Sakmare et de Sakmarien dans le sillon préouralien montrent que la mise en place des nappes est post-Sakmarien.

TECTONIQUE

Du Cambrien au Viséen existait à l'est du secteur étudié l'océan Ouralien. Le bord est du Bassin précaspien était la marge passive continentale de cet océan (Joltaev 1990, 1992). La collision entre la plaque de l'est de l'Europe et la plaque du Kazakhstan au Permien inférieur a plissé l'Oural et son avant-pays. Le domaine océanique ouralien et la plaque de l'est de l'Europe se sont ensuite enfouis sous la plaque du Kazakhstan par subduction, ce qui provoqua la mise en place de nappes de charriage, le chevauchement du sillon préouralien sur le bassin précaspien et les failles

inverses de la bordure est du Bassin précaspien (Figs 6, 8). Mais certaines de ces failles existaient déja pendant la sédimentation et étaient alors des failles normales qui limitaient des zones paléogéographiques différentes à faciès différents et épaisseurs différentes, comme le montrent les cartes du Carbonifère et du Permien inférieur (Figs 3, 7). La faille à l'est de Loktybai 14 sépare le bassin de la plate-forme au Carbonifère. La zone entre cette faille et la faille de Kojassai 1P est une zone de plate-forme à épaisseur faible, qui alimente par glissement le bassin. D'autres failles figurées sur ces cartes sont certainement tardives. Plus à l'ouest, d'autres failles découpaient le Bassin précaspien en horsts et grabens (Joltaev 1989 ; Fig. 8).

CONCLUSION

Des données nouvelles sont apportées sur la stratigraphie et la sédimentologie de la bordure est du Bassin précaspien. Il y est prouvé que des faciès de pente existaient bien au Carbonifère et que des faciès de pente progradaient sur la plate-forme carbonatée d'âge carbonifère pendant le Permien inférieur. Les premiers sont alimentés par la plate-forme carbonatée sous forme de calciturbidites ou de brèches. Les seconds sont alimentés par la surrection de l'Oural au Permien inférieur. On observe un déplacement des dépôts-centres du Bassin préouralien vers le Bassin précaspien du Carbonifère au Permien en même temps que les nappes se déplacent vers l'ouest. Cette évolution est à rapporter à la collision entre la plaque de l'est de l'Europe et la plaque du Kazakhstan au Permien inférieur ayant plissé l'Oural et son avant-pays. Le domaine océanique ouralien et la plaque de l'est de l'Europe se sont ensuite enfouis sous la plaque du Kazakhstan par subduction, ce qui provoqua la mise en place de nappes de charriage, le chevauchement du Sillon préouralien sur le Bassin précaspien et les failles inverses de la bordure est du Bassin précaspien.

Remerciements

Ce projet a été financé par ELF et PERITETHYS que nous remercions. Les auteurs remercient également les rapporteurs, en particulier le Professeur J. Clermonté, pour leurs conseils avisés.

RÉFÉRENCES

Abdulin A. 1973. — *Geology of Mugodzhary (stratigraphy, tectonics, magmatism)*. Nauka, Alma-Ata, 391 p. [in Russian].

Akhmetchina A. Z., Beicenova K. K., Alekseiev A. S. & Barskov I. S. 1982. — Étude micropaléontologique des sédiments infrasalifères du bassin précaspien. *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'URSS* 262 (6) : 1436-1438 [en russe].

Akhmetchina A. Z., Boulekbaev Z. E. & Vakula L. I. 1984. — Données nouvelles sur la stratigraphie du Carbonifère de la bordure est du bassin précaspien. *Bulletin de la Société des Explorateurs de la nature* 59 (6) : 90-102 [en russe].

Boulekbaev Z. E., Ganelina R. A., Garetskyi R. Gh., Dalhyan I. B., Muldakulov Gh. Gh. & Chlezingher A. E. 1967. — Les sédiments de la partie est du bassin précaspien. *Bulletin de la Société des Explorateurs de la nature* 42 (6) : 32-43 [en russe].

Bouma A. H. 1962. — *Sedimentology of some flysch deposits: a graphic approach to facies interpretation*. Elsevier, Amsterdam, 168 p.

Chuvashov B. I. 1983. — Permian Reefs of the Urals. *Facies* 8: 191-212.

Chuvashov B. I. & Nairn A. E. M. (eds) 1993. — Permian system: guide to geological excursion in the uralian type localities, *Occasional Publications ESRI*, New Series 10: 3-23.

Davydov V. I., Popov A. V., Bogoslovskaya M. V., Chernykh V. V., Kozitskaya R. I. & Akhmetshina L. Z. 1993. — Aidalarash Section, *in* Chuvashov B. I. & Nairn A. E. M. (eds), Permian system: guide to geological excursion in the uralian type localities, *Occasional Publications ESRI*, New Series 10: 131-146.

Davydov V. I., Snyder W. S. & Spinosa C. 1997. — Upper Paleozoic Fusulinacean Biostratigraphy of the Southern Urals. *Permophiles Newsletter of SCPS* 30: 11-14.

Ensepbaev T. 1990. — *Arguments géologiques pour des travaux d'exploration pétrolière dans les dépôts infrasalifères de la bordure orientale du Bassin précaspien*. Thèse du premier degré, Université de Moscou, Moscou, Russie, 215 p. [en russe].

— 1993. — Étude des concentrations d'hydrocarbures de la série infrasalifère de la partie orientale du bassin précaspien. *Rapport CREGU-ELF*, Nancy, 127 p.

Ethridge F. G. & Wescott W. A. 1984. — Tectonic setting, recognition and hydrocarbon reservoir potential of fan-delta deposits, *in* Koster E. H. &

Steel R. J. (eds), Sedimentology of gravels and conglomerates, *Memoir-Canadian Society of Petroleum Geologists* 10: 217-236.

Garetskyi R. Gh. 1962. — Les dislocations héritées de la couverture de la plate-forme du Mugodjar. *Travaux de l'Institut géologique de l'Académie des Sciences de l'URSS* 60 [en russe].

Garetskyi R. Gh., Kononova I. B. & Scherbovitsch S. F. 1963. — Sédiments du Carbonifère supérieur et du Permien inférieur du sillon périclinal du sud de l'Oural de la région anticlinale de Kokpekty. *Bulletin de la Société de Moscou des Explorateurs de la nature* 38 (1) : 74-93 [en russe].

Ghibchman N. B. 1988. — *Géologie pétrolière du sud-est de la synéclise précaspienne (Kazakhstan occidental).* Nauka, Alma-Ata, 58 p. [en russe].

Joltaev G. J. 1989. — Structure du Bassin précaspien. *Sovetskaya Geologiya* 5: 74-82 [en russe].

— 1990. — Reconstruction de la jonction entre la plate-forme de l'Europe de l'est et de l'Oural. *Géotectonique* 2 : 35-41 [en russe].

— 1992. — *Le modèle géotectonique et pétrolier des bassins sédimentaires paléozoïques du Kazakhstan d'ouest et du sud.* Thèse du deuxième degré, Université de Moscou, Moscou, Russie [en russe].

Kagarmanov A. K. & Donakova L. M. 1990. — *Decisions of the Regional Stratigraphic Conference on the Middle and Upper Paleozoic of the Russian Platform, Leningrad 1988. Carboniferous System.* VSEGEI, Leningrad, 92 figs [in Russian].

Khvorova I. V. 1961. — Formation du flysch et de la molasse du sud de l'Oural. *Travaux de l'Institut des Sciences géologiques de l'URSS*, Moscou 37, 352 p. [en russe].

Kleinspehn K. L., Steel R. J., Johannessen E. & Netland A. 1984. — Conglomeratic fan-delta sequences, Late Carboniferous-Early Permian, Western Spitsbergen, *in* Koster E. H. & Steel R. J. (eds), Sedimentology of gravels and conglomerates, *Memoir-Canadian Society of Petroleum Geologists* 10: 279-294.

Kukhtinov D. A. 1983. — *Étude paléontologique et stratigraphique des coupes paléozoïques de la partie est du bassin précaspien.* Rapport de l'Institut du pétrole, Aktubinsk [in Russian].

Kukhtinov D. A., Akhmetchina A. Z. & Kalmyukova A. Gh. 1981. — Le Carbonifère de la partie est du bassin précaspien. *Soviet Geology* 1: 63-68 [en russe].

Milnitshuk V. S., Tarkhanov M. I. & Ghibchmann N. B. 1988. — *Géologie pétrolière du sud-est de la synéclise précaspienne (Kazakhstan occidental).* Nauka, Alma-Ata, 184 p. [en russe].

Salvador A. (ed.) 1994. — *International Stratigraphic Guide.* Second edition copublished by the International Union of Geological Sciences and The Geological Society of America, 214 p.

Scherbovitsh S. F. 1969. — Fusulines du Gzhélien supérieur et de l'Assélien de la synéclise précaspienne. *Travaux de l'Institut des Sciences géologiques de l'Académie des Sciences de l'URSS*, Moscow 176, 81 p. [en russe].

Sinytsin I. I., Sinitsyna Z. A., Aleksandrov V. A., Furduj R. S., Shamov D. F. & Vissarionova A. Ya 1978. — Field excursion guide book for the Carboniferous sections of South Urals (Bashkiria), *in Compte Rendu du 8e Congrès international sur la stratigraphie du Carbonifère, Moscow, 1975.* Nauka, Moscow, 183 p.

Snyder W. S. & Gallegos D. M. 1997. — Sequence stratigraphy along Aidalarash creek and the Carboniferous/Permian GSSP. *Permophiles Newsletter of SCPS* 30: 8-11.

Surlyk F. 1984. — Fan delta to submarine fan conglomerates of the Volgian-Valanginian Wollaston forland group, East Greenland, *in* Koster E. H. and Steel R. J. (eds), Sedimentology of gravels and conglomerates, *Memoir-Canadian Society of Petroleum Geologists* 10: 359-382.

Wilson J. L. 1975. — *Carbonate facies in geology history.* Springer, New York, 471 p.

Yanchin A. L. 1962. — Tectonique du Paléozoïque supérieur de la région de Mugodjare en rapport avec les perspectives pétrolières, *in* Reconstruction géologique et pétrolière de la partie est du bassin précaspien, *Gostopechizdat* [en russe].

Soumis pour publication le 1er juillet 1997 ;
accepté le 15 décembre 1997.